تغـذیه و بیـوشیمی آبزیـان
سال اول، شماره دوم،
پاییز ۱۳۹۳

تأثیر سطوح چربی جیره بر عملکرد رشد و ترکیب شیمیایی لاشه بچه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*)

سولماز نوری زاد، مسعود ستاری*
گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا، گیلان

تاریخ دریافت: ۹۳/۲/۸ تاریخ پذیرش: ۹۳/۶/۸

چکیده

تحقیق حاضر به منظور مقایسه اثر دو سطح بالا و پایین چربی جیره بر عملکرد رشـد و ترکیـب شـیمیایی لاشـه بچـه ماهیـان قزل‌آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) به مدت ۸ هفته طراحی و انجام شد. بدین منظور تعداد ۱۸۰ عدد بچـه ماهی قزل‌آلای رنگین کمان (با میانگین وزنی و طولی ۲/۹ g ± ۲۵/۹۵ و ۲/۱ cm ± ۱۳/۲۷) در ۶ تانک (تعـداد ۳۰ عـدد در هر تانک) توزیع شدند. دو جیره آزمایشی با پروتئین یکسان (۴۲٪) و دو سطح چربی ۱۰٪ و ۲۰٪ (بـه عنـوان سـطوح پـایین و بالا) فرموله شد. ماهیان در طول دوره پرورش، به صورت دستی ۳ بار در روز تا حد سیری تغذیـه شـدند. نتـایج رونـد رشـد در پایان دوره پرورش حاکی از آن بود که ماهیان تغذیه شده با جیره محتوی چربی ۲۰٪، به طور معنی‌داری از وزن کسب شده و نرخ رشد ویژه بالاتری نسبت به ماهیان تغذیه شده بـا تیمـار حـاوی ۱۰٪ چربـی برخـوردار بودنـد ($P<0/05$)، در حـالی کـه هیچ‌گونه اختلاف معنی‌داری در مقادیر ضریب تبدیل غذایی بـین تیمارهـای مـورد بررسـی مشـاهده نشـد. همچنـین اخـتلاف معنی‌داری در مقادیر متوسط چربی، پروتئین و خاکستر لاشه ماهیان در انتهای دوره پرورش دیده نشد ($P>0/05$). با توجه بـه نتایج مطالعه حاضر می‌توان اذعان کرد که افزایش سطح چربی در جیره بچه ماهیان قزل‌آلای رنگین کمان تا سطح ۲۰٪ سـبب بهبود روند رشد و ضریب تبدیل غذایی خواهد شد.

کلمات کلیدی: قزل‌آلای رنگین کمان، رشد، چربی، ترکیب شیمیایی لاشه

* نویسنده مسئول: msattari@guilan.ac.ir

مقدمه

با توجه به نقش تغذیه در آبزی‌پروری و توسعه پذیرش جیره غذایی ماهیان از محصولات تجاری که شامل بخش هنگفتی از هزینه‌های کل پرورش می‌شود (۴۰ تا ۵۰ ٪) باید اذعان داشت که پرورش موفق ماهی نیاز به استفاده از خوراک کارآمد با ترکیب بهینه دارد (Aprodu et al. 2012) وقتی ماهیان در سیستم‌های بسته یا در استخرهایی با تراکم بالا پرورش می‌یابند، باید غذایی با کیفیت بالا، کامل و متعادل از نظر تغذیه‌ای برای آنها فراهم کرد تا اجازه رشد سریع و سالم به آنها داده شود. خوراک کامل، تمام ترکیبات تغذیه‌ای ضروری، مانند پروتئین‌ها، کربوهیدرات‌ها، چربی‌ها، ویتامین‌ها و مواد معدنی را برای ماهی فراهم می‌کند (Gangadhara et al. 1997; Cho et al. 2005). ترکیب اکثر خوراک‌های ماهی موجود در بازار به صورتی است که به میزان ۲۵-۱۰٪ چربی در آنها گنجانده می‌شود (Aprodu et al. 2012).

چربی‌ها گروه بزرگ و متنوعی از ترکیبات ساختاری غیرمحلول در حلال‌های ساختاری هستند (Zubay, 1983). آنها به چند دلیل ترکیبات مهمی در جیره ماهیان به شمار می‌روند، از جمله: ۱- فراهم کردن یک منبع انرژی مناسب با قابلیت هضم بالا که صرفه‌جویی در مصرف پروتئین را در جیره غذایی فرموله شده به حداکثر می‌رساند (Hasan, 2001)؛ ۲- فراهم کردن اسیدهای چرب ضروری (EFA) یا اسیدهای چرب غیراشباع (PUFAs) که ماهی مانند تمام حیوانات قادر به تولید آن نیست اما برای انجام وظایف سلولی نیازمند آن است (Hasan, 2001)؛ ۳- ترکیبات ساختاری که در سیالیت غشاهای سلولی نقش دارند؛ ۴- کمک به نقل و انتقال و جذب ویتامین‌های حلال در چربی (A, D, E, K)؛ ۵- به عنوان پیش ماده برای تنظیم سوخت و ساز بدن و هورمون‌هایی که به بلوغ و رشد کمک می‌کنند؛ ۶- کمک به خوش خوراکی و لذیذ بودن غذا (Allen Davis, 1999). اسیدهای چرب و چربی‌های دیگر سلامت ماهی را از بسیاری جهات تحت تأثیر قرارمی دهند؛ از جمله رشد، تولیدمثل، رفتار، بینایی، توانایی اسمولالیته، سیالیت غشاء و فرآیندهای غشایی، انطباق حرارتی و پاسخ ایمنی (Anderson and Neumann, 1996). هرچند که این اثرات به این موارد محدود نمی‌شوند. تاکنون پژوهش‌های زیادی نیز در زمینه تأثیر ترکیب جیره غذایی بر کیفیت لاشه ماهی صورت گرفته (علامه فانی و همکاران.۱۳۸۰؛ Winfree and Stickney, 1981; Weatherup et al. 1997) و همواره سعی بر این بوده است که ترکیب جیره غذایی چنان تنظیم شود که ضمن تامین احتیاجات غذایی ماهی، تولید لاشه‌ای با کیفیت بیشتر را به همراه داشته باشد (محبوبی صوفیانی و همکاران، ۱۳۸۲). در تامین احتیاجات غذایی ماهیان پرورشی، توجه به عادات غذایی طبیعی آنها بسیار ضروری است. گوشتخوارانی مانند ماهی قزل‌آلا رژیم غذایی طبیعی غنی از تری گلیسرید دارند و می‌توانند با رژیم‌های غذایی پرچرب سازگار شوند. به همین سبب، سطوح چربی جیره در بالاترین مقدار آن به میزان ۳۵٪ در برخی از خوراک‌های آزادماهیان نیز گزارش شده است (New, 1996).

معمولاً در مزارع پرورش ماهی، جیره غذایی با محتوای چربی بالا برای رسیدن به تولید مؤثر و برای صرفه‌جویی در خوراک و هزینه‌های تولید ماهی و کاهش منابع آلودگی آب نسبت به جیره‌های غذایی حاوی پروتئین یا کربوهیدرات بالا به ماهی عرضه می‌شود (Ajiboye et al. 2012). برخی از محققان، محتویات چربی را در مورد برخی گونه‌ها بهبود داده‌اند که برای مثال می‌توان به ماهیان *Pseudoplatystoma coruscans* (Martino et al. 2002)، *Labeo rohita* (Satpathy et al. 2003)، *Scophthalmus maximus* (Cho et al. 2005)، *Epinephelus coioides* (Luo et al. 2005)، *Sparus latus* (Hu et al. 2007)، *malabaricus Epinephelus* (Tuan and Williams, 2007) و *Sander lucioperca* (Schulz et al. 2008) اشاره کرد. از مطالعات دیگر در خصوص تأثیرات مثبت چربی بر روی رشد و کیفیت لاشه ماهیان پرورشی می‌توان به مطالعات Watanabe (۱۹۸۲) و Izquierdo و همکاران (۲۰۰۰) اشاره کرد که چربی‌ها را از مهمترین عوامل تغذیه‌ای مؤثر بر رشد در مراحل اولیه زندگی معرفی می‌کند. در واقع، چربی‌ها منبع مهمی از انرژی با قابلیت هضم بالا هستند. از سوی دیگر به عنوان تنها منبع اسیدهای چرب ضروری مورد نیاز ماهی برای رشد متعارف، توسعه و حفظ سلامت بوده و کمبود اسیدهای

چرب ضروری در جیره غذایی سبب رشد ضعیف، افزایش محتوای آب ماهیچه، افزایش محتوای چربی کبد، کاهش بازده تغذیه، سندروم شوک، پوسیدگی باله و کاهش میزان هموگلوبین می‌شود (Smith et al. 1996).

بنا بر تحقیقات گذشته و علم به اینکه میزان مختلفی از چربی در رشد ماهی قزل‌آلا تأثیرات مختلفی را در بر خواهد داشت (Arts and Kohler, 2009) در مطالعه حاضر به منظور مقایسه دو سطح حداقل و حداکثر (حاوی ۱۰ و ۲۰٪) چربی توصیه شده در جیره‌های معمول قزل‌آلا و تأثیر آن بر روند رشد و ترکیب لاشه قزل‌آلای رنگین کمان طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

با انتقال ۲۰۰ قطعه بچه ماهی قزل‌آلای رنگین کمان با وزن متوسط ۲/۹ ± ۲۵/۹۶ گرم به مرکز تکثیر و بازسازی ماهیان دریایی شادروان دکتر یوسف پور، واقع در شهرستان سیاهکل (استان گیلان) و پس از دو هفته سازگاری ماهیان با شرایط موجود، تغذیه ماهیان با دو تیمار غذایی با سطوح پروتئین یکسان و چربی متفاوت (تیمار پرچرب با چربی ۲۰٪ و تیمار کم چرب با چربی ۱۰٪) با سه تکرار در هر تیمار در نظر گرفته شد. تعداد ۳۰ عدد ماهی به طور تصادفی در شش حوضچه گرد بتونی (قطر ۱/۷۰ cm، ارتفاع ۴۵ cm و حجم آبگیری ۷۰۰ لیتر توزیع شدند. تغذیه ماهیان روزانه به صورت دستی و در حد سیری در سه وعده غذایی در ساعات ۸ صبح، ۱۳ و ۱۷ عصر و مدت زمان اجرای طرح، ۸ هفته در نظر گرفته شد. دوره نوری متأثر از شرایط محیط طبیعی کارگاه بود و جمع‌آوری غذای خورده نشده به صورت روزانه و شستشوی تانک‌ها به صورت هفتگی انجام شد. برخی شاخص‌های فیزیکی و شیمیایی آب و ترکیب جیره‌های غذایی در جداول ۱ و ۲ ارائه شده است.

جدول ۱- عوامل فیزیکی و شیمیایی آب در طول دوره پرورش (میانگین ± SD).

دما (°C)	اکسیژن محلول (mg/L)	دبی (L/min)	pH
۹ ± ۱/۱	۱ ± ۷/۷	۳ ± ۲۳	۰/۰ ± ۸/۲

جدول ۲- ترکیب و تجزیه شیمیایی جیره‌های غذایی.

ماده اولیه	درصد مواد مصرفی: جیره ۱ (کم چرب)	درصد مواد مصرفی: جیره۲ (پرچرب)
آرد ماهی	۵۰	۵۰
پودر سویا	۱۵	۱۵
آرد گندم	۷	۷
سبوس گندم	۷	۷
روغن ماهی	۱/۵	۶/۵
روغن گیاهی	۱/۵	۶/۵
ملاس چغندرقند	۳	۳
پرمیکس ویتامینه [1]	۱/۵	۱/۵
پرمیکس معدنی [2]	۲/۵	۲/۵
متیونین	۰/۵	۰/۵
لایزین	۰/۵	۰/۵
فیلر (رس)	۱۰	۰
ترکیب شیمیایی جیره (n=۳)		
ماده خشک	۰/۳ ± ۹۶	۰/۲ ± ۹۷
پروتئین خام	۰/۵ ± ۴۲	۰/۵ ± ۴۲
چربی خام	۰/۵ ± ۱۰	۰/۳ ± ۲۰
خاکستر	۰/۳ ± ۸/۳	۰/۲ ±۹/۱
رطوبت	۰/۳ ± ۳/۵۸	۰/۲ ± ۳/۵۵
انرژی قابل هضم (Kcal/Kg)	۳۳۰۴	۴۰۰۴

[1] هر ۱۰۰۰ گرم پرمیکس ویتامینه (سیانس، قزوین) حاوی ۱۶۰۰۰۰۰ IU ویتامین A، ۴۰۰۰۰۰ IU ویتامین D3، ۳۰g ویتامین E، ۱۰ گرم تیامین، ۸ گرم ریبوفلاوین، ۴۰g ویتامین B5، ۱۴ گرم پیریدوکسین، ۳g ویتامین B9، ۰/۰۱ گرم سیانوکوبالامین، ۱۰۰ گرم ویتامین C ، ۱۰ گرم ویتامین K3 ، ۱۰ گرم بیوتین ۲۰ گرم BHT و ۱۰۰ گرم ویتامین اینوزیتول می باشد.

[2] هر ۱۰۰۰ گرم پرمیکس معدنی (سیانس، قزوین) حاوی ۲۰ گرم آهن، ۶۰ گرم روی، ۴۰۰ میلی‌گرم سلنیوم، ۲۰۰ میلی‌گرم کبالت، ۲ گرم مس، ۴۰ گرم منگنز، ۴۰۰ میلی‌گرم ید می‌باشد. علاوه بر این ۶۰ گرم کولین کلراید می‌باشد.

برای تهیه هریک از جیره‌ها میزان مواد بر اساس درصد ترکیب ارائه شده در جدول ۲ محاسبه و با ترازوی دیجیتال (با دقت ۰/۱ گرم) توزین شد. مواد خشک با الک

۵۰۰ میکرون غربال و سپس مخلوط شد. پس از ایجاد ترکیب یکدستی از مواد خشک، به میزان ۲۰٪ درصد وزن مواد خشک، آب، سپس روغن و ملاس (به عنوان هم بند) به ترکیب حاصل افزوده و به خوبی مخلوط شد. مخلوط حاضر توسط چرخ گوشت با چشمه مناسب به پلت تبدیل شد و توسط خشک کن برقی (Oven) با دمای تقریبی ۷۵°C به مدت ۱۲ ساعت خشک و پس از خرد شدن برای مصرف ماهیان بسته بندی شد.

زیست‌سنجی ماهیان در پایان دوره صورت گرفت. به منظور آماده‌سازی ماهیان برای زیست‌سنجی، غذادهی از روز قبل متوقف می‌شد. قبل از صید ماهیان، محلول پودر گل میخک (۱۵۰mg/L) برای بیهوشی و ایجاد کمترین استرس در حین انجام کار، آماده و ماهیان بلافاصله پس از اندازه‌گیری طول کل و وزن به حوضچه‌ها برگردانده می‌شدند. شاخص‌های ارزیابی شده پس از پایان کار، شامل افزایش وزن (WG)، شاخص وضعیت (CF)، درصد افزایش وزن بدن (BWI)، نرخ رشد ویژه (SGR)، شاخص کبدی (HSI) و ضریب تبدیل غذایی (FCR) بودند.

در انتها، از هر تانک ۳ نمونه ماهی به صورت تصادفی انتخاب شد. سپس نمونه ماهیان با استفاده از دستگاه چرخ گوشت به صورت همگن چرخ شده و برای آنالیز شیمیایی لاشه (ترکیب پروتئین، چربی، خاکستر و رطوبت) به آزمایشگاه منتقل شد. کلیه روش‌های به کار رفته برای آنالیز لاشه و اقلام جیره در این مطالعه بر اساس روش‌های استاندارد (AOAC, 1995) بود.

ثبت داده‌ها در نرم‌افزار(Microsoft Office, 2007) Excel و تجـزیه و تحلیل داده‌ها توسط نرم‌افزار SPSS 18.0 انجام شد. پس از کنترل نرمال بودن داده‌ها توسط آزمون Kolmogorov-Smirnov، نتایج به وسیله آزمون (Independent-Samples T- test) با سطح اطمینان ۹۵٪ بررسی شد. اختلاف معنی‌دار آماری در سطح P<۰/۰۵ در نظر گرفته شد. داده‌های این مطالعه به‌صورت Mean ± SD نشان داده شده است.

نتایج

نتایج شاخص‌های رشد بچه ماهی قزل‌آلای رنگین کمان در مدت ۵۶ روز پرورش با جیره‌های متفاوت از سطوح چربی مطابق جدول ۳ نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار (P<۰/۰۵) در شاخص‌های رشد بین دو تیمار بود. بیشترین میانگین (جدول ۴) WG و SGR در ماهیان تغذیه شده با تیمار محتوی ۲۰٪ چربی مشاهده شد که دارای اختلاف معنی‌دار آماری با ماهیان تغذیه شده با تیمار ۱۰٪ چربی بود. هیچ گونه اختلاف معنی‌داری در مقادیر متوسط CF و FCR بین تیمارهای مختلف مشاهده نشد.

جدول ۳- اثر سطوح مختلف چربی جیره بر شاخص‌های رشد ماهی قزل‌آلای رنگین کمان (میانگین ± SD) در پایان ۵۶ روز پرورش.

تیمار (درصد چربی)	شاخص‌های رشد						
	وزن اولیه (g)	وزن نهایی (g)	WG (g)	CF	BWI (%)	SGR (%/day)	FCR	HSI (%)
۱۰	۲۶/۰ ± ۳/۰	۶۱/۶ ± ۷/۴	۳۵/۶ ± ۰/۷	۱/۰۱ ± ۰/۰۱	۱۳۶/۸ ± ۲/۴	۱/۵۴ ± ۰/۰۲	۱/۳ ± ۰/۱	۱/۲ ± ۰/۱
۲۰	۲۵/۹ ± ۲/۸	۶۴/۴ ± ۷/۵*	۳۸/۵ ± ۰/۴*	۱/۰۳ ± ۰/۰۱	۱۴۸/۷ ± ۲/۳*	۱/۶۳ ± ۰/۰۲*	۱/۵ ± ۰/۱	۱/۳۵ ± ۰/۱*

علامت * بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار (P<۰/۰۵) بین دو تیمار است.

آنالیز شیمیایی لاشه ماهیان در انتهای دوره پرورش نیز هیچ گونه اختلاف معنی‌دار آماری در مقادیر متوسط پروتئین، چربی و خاکستر بین دو تیمار مورد بررسی نشان نداد (P>۰/۰۵)، ولی میزان رطوبت لاشه دارای اختلاف معنی‌داری بودند (P<۰/۰۵) به طوری که ماهیان تغذیه شده با تیمار حاوی ۱۰٪ چربی، دارای رطوبت لاشه بیشتری نسبت به ماهیان تغذیه شده با تیمار محتوی ۲۰٪ چربی بودند (جدول ۴).

جدول ۴- ترکیبات لاشه ماهی قزل‌آلای رنگین کمان، ۵۶ روز پس از تغذیه با جیره حاوی سطوح مختلف چربی (میانگین ± SD).

تیمار	ترکیبات لاشه (درصد)			
(درصد چربی)	پروتئین	چربی خام	رطوبت	خاکستر
۱۰	۶۱/۸ ± ۳/۶	۲۲/۲ ± ۲/۳	۷۶/۴ ± ۰/۴	۹/۵ ± ۰/۴
۲۰	۶۰ ± ۱	۲۵/۶ ± ۰/۲	۷۴/۸ ± ۰/۲	۹/۱ ± ۰/۲

علامت * بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار (P<۰/۰۵) بین دو تیمار است.

بحث

وجود چربی در جیره آزاد ماهیان از جمله قزل‌آلای رنگین کمان باعث بهبود رشد و ضریب تبدیل خوراک می‌شود، زیرا هم سهم منابع انرژی‌زای غیر پروتئینی در جیره افزایش می‌یابد و هم دفع نیتروژن کاهش خواهد یافت (Huang and Lutes, 1987; Hasan, 2001). نتایج این مطالعه نشان داد میزان چربی در جیره بچه ماهیان قزل‌آلای رنگین کمان با میانگین وزن تقریبا ۲۵ گرم بر شاخص‌های رشد شامل وزن نهایی، WG، BWI و SGR تأثیرگذار است. با مقایسه بین دو سطح بالا و پایین چربی جیره این نتیجه به دست آمد که جیره حاوی میزان بالاتر چربی اثرات مطلوب‌تری بر رشد این ماهیان داشته و اختلاف معنی‌داری را در این شاخص‌ها در تیمار ذکر شده نشان می‌دهد. با توجه به این نکته که FCR بین دو تیمار اختلاف معنی‌داری نداشت ولی ماهیان تغذیه شده با میزان بالای چربی، میزان بالاتری از FCR را نشان دادند. در واقع FCR بیشترین تأثیر را نسبت به سطوح چربی، از محتوای پروتئین جیره می‌گیرد (Tibbetts et al. 2005). از طرفی ابراهیمی و همکاران (۱۳۸۳)، بالا بودن ضریب مصرف غذا در تیمارهای حاوی چربی بالاتر جیره را به دلیل سخت و خشن بودن دانه‌های غذایی به علت مصرف کمتر روغن در غذاهای با چربی کمتر و در نتیجه عدم تمایل بچه ماهیان به مصرف آنها و افزایش پرت غذا دانستند. در تایید این نظریه گزارش شده که ماهیان خاویاری نیز دانه‌های غذایی نرم‌تر را ترجیح می‌دهند، زیرا سخت بودن دانه‌های غذایی مطلوبیت آنها را کاهش می‌دهد (Stuart et al. 1989). Groop و همکاران (۱۹۸۲)، شفرد و برومیچ (۱۹۹۶) و Ajiboye (۲۰۱۲) بیان داشتند که وجود چربی در جیره ماهی قزل‌آلای رنگین کمان نوعی صرفه‌جویی اقتصادی را به همراه خواهد داشت، زیرا چربی با تولید انرژی مورد نیاز ماهی موجبات استفاده بهینه از پروتئین جیره را در ساخت بافت‌ها و رشد بیشتر فراهم می‌آورد و مانع از تجزیه پروتئین و تبدیل آن به انرژی برای فعالیت‌های ضروری ماهی می‌شود (Kaushik and Oliva, 1986; Cho and Kaushik, 1990). Takeuchi و همکاران (۱۹۷۸) و Ruohonen و همکاران (۱۹۹۸) نیز با ارائه گزارش‌هایی مشابه بیان داشتند که افزودن چربی در جیره قزل‌آلای رنگین کمان میزان رشد ویژه را افزایش می‌دهد. در مطالعه ابراهیمی و همکاران (۱۳۸۳)، روی فیل ماهیان ۲ گرمی بیشترین میزان افزایش وزن بدن و نرخ رشد ویژه و ضریب تبدیل غذایی، در تیمار با بالاترین سطح چربی جیره مشاهده شد که آنها مطلوبیت غذای پرچرب و تمایل به مصرف آن را در ماهیان عامل تأثیرگذار بر افزایش ضریب مصرف غذا دانستند. اما در مطالعه صوفیانی و همکاران روی ماهیان قزل‌آلای ۲۰۰ گرمی، نشان داده شد که با افزایش سطح چربی در جیره، نسبت بهتری در شاخص FCR حاصل خواهد شد. به عبارتی بیان داشتند که چربی افزون بر تامین انرژی، می‌تواند با کاهش سرعت عبور خوراک از دستگاه گوارش، بازده استفاده از کل خوراک مصرفی را نیز افزایش دهد. Renitez و همکاران (۱۹۷۸) در این رابطه گزارش کردند که FCR خوراک با انرژی مصرفی ارتباط داشته و در صورت تامین انرژی مورد نیاز ماهی (به ویژه از طریق مصرف چربی) به ازای هر گرم خوراک مصرفی افزایش وزن بیشتری حاصل می‌شود (Renitez et al. 1978). Beamish و Medland (۱۹۸۶)، Weatherup و همکاران (۱۹۹۷)، Ruohonen و همکاران (۱۹۹۸)، نیز افزودن چربی به جیره را علت کاهش FCR خوراک دانستند و مطابق همین مشاهدات، Skallia و همکاران (۲۰۰۴)، افزایش

چربی در رژیم غذایی با محتوای پروتئینی یکسان را منجر به بهبود در عملکرد رشد و بازده غذایی دانستند و در واقع انرژی چربی را یک منبع یدکی برای پروتئین در ماهیان دنتکس (*Dentex dentex* L.) ذکر کردند. Tibbertts و همکاران (۲۰۰۵) و ابراهیمی و همکاران (۱۳۸۳) نیز به نتایجی مشابه دست یافتند.

رابطه مستقیم بین افزایش سطح چربی جیره و عملکرد رشد را می‌توان در نتایج مطالعات Beamish و Medland (۱۹۸۶) و Takeuchi و همکاران (۱۹۷۹) بر روی قزل‌آلای رنگین کمان و Shimeno و همکاران (۱۹۸۰)، Sakamoto و همکاران (۱۹۹۵) و ابراهیمی و همکاران (۱۳۸۳) بر بچه ماهیان انگشت قد قره برون مشاهده کرد.

کاهش رطوبت در لاشه ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی سطح بالای چربی و به عبارتی افزایش ماده خشک در ترکیب شیمیایی لاشه، همچنین کاهش خاکستر در لاشه این ماهیان خود می‌تواند دلیلی دیگر بر تأثیر مثبت افزایش سطح چربی در جیره بچه ماهیان قزل‌آلا باشد، چرا که برخی از محققان معتقدند ماهیان دارای رشد خوب نسبت به ماهیان دارای رشد ضعیف، مقدار ماده خشک بالاتر و خاکستر کمتری را در ترکیب شیمیایی لاشه نشان می‌دهند (Stuart et al. 1989; Weatherup et al. 1997; Alvarez et al. 1998).

میزان چربی و پروتئین با وجود همبستگی منفی بین این دو، اختلاف معنی‌داری را نشان نداد، اما تا حدودی افزایش محتوای چربی باعث کاهش پروتئین گوشت شد. مشابه این نتایج در مطالعات محبوبی صوفیانی و همکاران (۱۳۸۲)، Alvarez و همکاران (۱۹۹۸) و Weatherup و همکاران (۱۹۹۷) نیز گزارش شد. ارتباط بین میزان رطوبت، پروتئین و چربی لاشه توسط (Renitez et al. 1987) نیز تایید شده است. در نتایج ترکیب کامل بدن در مطالعه Skallia و همکاران (۲۰۰۴)، همبستگی مثبتی بین سطوح انرژی جیره یا چربی و محتوای چربی بدن وجود نداشت. مشابه این گزارش در اغلب گونه‌های دیگر که تا به امروز بررسی شده‌اند، نیز مشاهده شده است (Vergara et al. 1996). نتایج مطالعات در خصوص گربه ماهی کانالی، ماهی باس دریایی و باس راه راه هیبرید، گویای این امر است که محتوای چربی بافت تحت تأثیر سطوح مختلف چربی جیره نیست (Gatlin and Stickney, 1982). همچنین Alvarez و همکاران (۱۹۹۸) نیز گزارش کردند که با مقادیر مختلف چربی در جیره تفاوت معنی‌داری در محتوای خاکستر گوشت دیده نخواهد شد.

با توجه به نتایج مطالعه حاضر می‌توان بیان کرد استفاده از جیره حاوی ۲۰٪ چربی نسبت به تیمار محتوی ۱۰٪ چربی رشد بالاتری را برای ماهیان به همراه می‌آورد بدون اینکه تأثیر سوء بر ترکیب بافت داشته باشد. بنابراین، کاربرد این میزان از چربی در ترکیب جیره این ماهیان توصیه می‌شود.

تشکر و قدردانی

از همکاری صمیمانه مدیریت و پرسنل کارگاه تکثیر و بازسازی ذخایر ماهیان دریایی شادروان دکتر یوسف پور سیاهکل کمال تشکر و قدردانی را داریم.

منابع

ابراهیمی، ع.، پوررضا، ج.، پاناماریوف، س.، کمالی، الف.، حسینی، ع. ۱۳۸۳. اثر مقادیر مختلف پروتئین و چربی بر شاخص‌های رشد و ترکیب شیمیایی لاشه بچه ماهیان انگشت قد قره برون (*Acipenser persicus*). مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. سال ۱۱، شماره ۳: ۳۴-۲۵.

شفرد، ج.، برومیج، ن. ۱۹۹۶. پرورش متراکم ماهی. ترجمه: ستاری، م.، معتمد، م. ک. (۱۳۸۷). انتشارات دانشگاه گیلان. ۲۴۱ص.

علامه فانی، س.ک.، محبوبی صوفیانی، ن.، پوررضا، ج.، استکی، ع.، عبادی، م. ر. ۱۳۸۰. بررسی اثرات منابع مختلف کربوهیدرات بر کیفیت گوشت ماهی کپور معمولی. مجله پژوهش و سازندگی شماره ۴۰: ۱۳۸-۱۳۹.

محبوبی صوفیانی، ن.، علامه فانی، س.ک.، فیضی، ز.، پوررضا، ج. ۱۳۸۲. اثر روغن سطوح مختلف روغن ماهی کیلکا در جیره بر صفات پرورشی و ترکیب

شیمیایی بدن ماهی قزل‌آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*). مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. سال ۷، شماره ۱: ۵۹-۵۰.

Ajiboye, O.O., Yakubu, A.F., Adams, T.E. 2012. A perspective on the ingestion an nutritional effects of feed additives in farmed fish species. World Journal of Fish and Marine Sciences 4: 87-101.

Alvarez, M.J., Lopez-Bote, C.J., Daiez, A., Corraze, G., Arzel, L., Kaushik, S.J., Boutista, J.M. 1998. Dietary fish oil and digestible protein modify susceptibility to lipid peroxidation in the muscle of rainbow trout and sea bass. British Journal of Nutrition 80: 281-289.

Anderson, R.O., Neumann, R.M. 1996. Length, weight, and associated structures. In Murphy, B.R., and Willis, D.W. (Eds.). Fisheries Techniques, 2nd edition. American Fisheries Society, Bethesda, 447-481.

AOAC. 1995. Official methods of Analysis. 16th Ed., Association of official Analytical Chemists. Arlington. VA, USA.

Aprodu, I., Vasile, A., Gurau, G., Ionescu, A., Paltenea, E. 2012. Evaluation of nutritional quality of the common carp (*Cyprinus carpio*) enriched in fatty acids. Food Technology 36: 61-73.

Arts, M.T., Kohler, C. 2009. Health and Condition in Fish: The Influence of Lipids on Membrane Competency and Immune Response. In: Arts M.T., Kainz, M., Brett, M.T. (eds.). Lipids in Aquatic Ecosystems, 237-255.

Beamish, F.W.H., Medland T.E. 1986. Protein sparing effects in large rainbow trout, *Salmo gairdneri*. Aquaculture 55: 35-42.

Cakli, S., Kilinc, B., Dincer, T. Tolasa, S. 2006. Comparison of the shelf life of MAP and vacuum packaged hot smoked rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). European Food Research Technology 224: 19-26.

Cho, C.Y., Kaushik, S.J. 1990. Nutritional energetic in fish protein and energy utilization in rainbow trout. 11th Symposium on Energy Metabolism of Farm Animal, EAAP publication. New York, 469-501.

Cho, S.H., Lee, S.M., Lee, J.H. 2005. Effect of dietary protein and lipid levels on growth and body composition of juvenile turbot (*Scophthalmus maximus* L.) reared under optimum salinity and temperature conditions. Aquaculture Nutrition 11: 235-240.

Company, R., Calduch, J.A., Perrez-Sanchez, J., Kaushik, J. 1999. Protein sparing effect of dietary lipids in common dentex (*Dentex dentex*): a comparative study and protein utilization in juvenile sea bass, *Dicentrarchus labrax*. Aquaculture 2: 115-129.

Davis, A.D. 1999. Current developments in marine warm water fish nutrition. American Soybean Association 11: 1-99.

Gangadhara, B., Nandeesha, M.C., Varghese, J.J., Keshavanath, P. 1997. Effect of varying protein and lipid levels on the growth of rohu, *Labeo rohita*. Asian Fisheries Science 10: 139-147.

Gatlin, D.M., Stickney, R.R. 1982. Fall-winter growth of young channel catfish in response to quantity and source of dietary lipid. Transactions of the American Fisheries Society 111: 90-93.

Groop, J., Schwalb–Buehling, A., Koops, H., Tiews, K. 1982. On the protein sparing effects of dietary lipid in pellet feeds for rainbow trout. Archive of Fisheries 33: 79-89.

Hasan, M.R. 2001. Nutrition and feeding for sustainable aquacultur development in the third millennium. In: Aquaculture in the third millennium. Technical proceedings of the conference on aquaculture in the third millennium, Bangkok, Thailand, 20-25 February.

Hu, Y.H., Liu, Y.J., Tian, L.X., Yang, H.J., Liang, G.Y., Gao, W. 2007. Optimal

dietary carbohydrate to lipid ratio for juvenile yellowfin seabream (*Sparus latus*). Aquaculture Nutrition 13: 291-297.

Hung, S.S.O., Lutes, P.B. 1993. Optimum feeding rate of hatchery produced juvenile white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) at 20°C. Aquaculture 65: 307-317.

Izquierdo, M.S., Socorro, J., Arantzamendi, L., Hernandez-Cruz, C. 2000. Recent advances in lipid nutrition in fish larvae. Fish Physiology and Biochemistry 22: 97-107.

Jauncey, K. 2000. Nutritional requirement. In: Beveridge, M.C.M., McAndrew, B.J. (Eds.), Tilapias: Biology and Exploitation. Kluwer Academic, Publishers, London, UK, 327-375.

Kaushik, S.J., Oliva Teles, A. 1986. Effect of digestible energy on nitrogen and energy balance in rainbow trout. Aquaculture 50: 84-101.

Lanari, D., Bianca, M.P., Ballestrazzi, R., Lupi, P., DVagaro, E., Mecatti, M. 1999. The effects of dietary fat and NFE levels on growing European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.). Growth rate, body and fillet composition, carcass traits and nutrient retention efficiency. Aquaculture 179: 351-364.

Lim, C., Webster, C.D. 2006. Nutrient requirements. In: Lim, C., Webster, C.D. (Eds.), Tilapia: Biology, Culture and Nutrition. The Haworth Press, Inc., Binghamton, New York, 469-501.

Luo, Z., Liu, Y.J., Mai, K.S., Tian, L.X., Liu, D.H., Tan, X.Y., Lin, H.Z. 2005. Effect of dietary lipid level on growth performance, feed utilization and body composition of grouper *Epinephelus coioides* juveniles fed isonitrogenous diets in floating net cages. Aquaculture International 13: 257-269.

Martino, R.C., Cyrino, J.E.P., Portz, L., Trugo, L.C. 2002. Effect of dietary lipid level on nutritional performance of the surubim, *Pseudoplatystoma coruscans*. Aquaculture 209: 209-218.

New, M. 1996. Responsible use of aquaculture feeds. Aquaculture Asia 1: 3-12.

Renitz, G.L., Orme, L.E., Lemm, A., Hitzel, F. 1987. Influence of varying lipid concentrations with two protein concentrations in rainbow trout diets. Transactions of the American Fisheries Society 107: 751-754.

Ruohonen, K., Vielma, J., Grove, D.J. 1998. Growth and utilization of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed low fat herring dry diets enriched with fish oil. Aquaculture 163: 275-285.

Sakamoto, H., Watanabe, T., Takeuchi, T. 1995. Optimum levels of protein and lipid in a newly developed soft-dry pellet for yellowtail, *Seriola quinqueradiata*. Suisanzoshoku 3: 345-351.

Satpathy, B.B., Mukherjee, D., Ray, A.K. 2003. Effect of dietary protein and lipid levels on growth, feed conversion on body composition in rohu, *Labeo rohita* (Hamilton), fingerlings. Aquaculture Nutrition 9: 17-24.

Schulz, C., Huber, M., Ogunji, J., Rennert, B. 2008. Effects of varying dietary protein to lipid ratios on growth performance and body composition of juvenile pikeperch (*Sander lucioperca*). Aquaculture Nutrition 14: 166-173.

Shimeno, S., Hosokawa, H., Takeda, M., Kajiyama, H. 1980. Effect of calorie to protein ratios in formulated diet on the growth, feed conversion and body composition of young yellowtail. Bulletin of the Japanese Society for the Science of Fish 9: 1083-1087.

Skallia, A., Hidalgoa, M.C., Abellanb, E., Arizcunb, M., Cardenetea, G. 2004. Effects of the dietary protein/lipid ratio on growth and nutrient utilization in common dentex (*Dentex dentex* L.) at different growth stages. Aquaculture 235: 1-11.

Smither, J., Hobsonh, K.A., Koopmaann, N., Lavigne, D.M. 1996. Distinguishing between populations of fresh- and salt-water harbour seals (*Phoca vitzrlinu*) using stable isotope ratios and fatty acid profiles. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 53: 272-279.

Takeuchi, T., Watanabe, T., Ogino, C. 1979. Availability of carbohydrate and lipid as dietary energy sources for carp. Bulletin of the Japanese Society for the Science of Fish 8: 977-982.

Tibbertts, S.M., Lall, S.P., Milley, J.E. 2005. Effects of dietary protein and lipid levels and DP DE-1 ratio on growth, feed utilization and hepatosomatic index of juvenile haddock, *Melanogrammus aeglefinus* L. Aquaculture Nutrition 11: 67-75.

Tuan, L.A., Williams, K.C. 2007. Optimum dietary protein and lipid specifications for juvenile malabar grouper (*Epinephelus malabaricus*). Aquaculture 267: 129-138.

Vergara, J.M., Lopez-Calero, G., Robaina, L., Caballero, M.J., Montero, D., Izquierdo, M.S., Aknes, A. 1999. Growth, feed utilization and body lipid content of gilthead seabream (*Sparus aurata*) fed increasing lipid levels and fish meals of different quality. Aquaculture 179: 35-44.

Vergara, J.M., Robaina, I., Izquierdo, M., de La Higuera, M. 1996. Protein sparing effect of lipids in diets for fingerlings of gilthead sea bream. Fisheries Science 62: 624-628.

Watanabe, T. 1982. Lipid nutrition in fish. Comparative Biochemistry and Physiology 73B: 1-16.

Weatherup, R.N., Mc Cracken, K.J., Foy, R., Rice, D., Mc Kendry, J., Maris, R.J., Hoey, R. 1997. The effects of dietary fat on performance and body composition of farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture 151: 173-184.

Winfree, R.A., Stickney, R.R. 1981. Effects of dietary protein on growth, feed conversion efficiency and body composition of *Tilapia aurea*. Journal of Nutrition 111: 1001-1012.

Zubay, G.L. 1983. Biochemistry. Addison-Wesley Publishing Company, Inc. California, USA.

Effect of dietary fat on growth performance and chemical composition of carcass in juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*)

Solmaz Norizad, Masoud Sattari*

Fisheries Department, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, Guilan, Iran

Received: 28 April 2014; accepted: 30 August 2104

Abstract

The aim of this study was to compare the effect of high and low levels of dietary fat on growth performance and chemical composition of carcass in juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). One hundred and eighty juvenile rainbow trout (with mean weight and total length 25.95 ± 2.9 g and 13.27 ± 2.1 cm, respectively) were distributed in 6 tanks (30 fish per tank). Two experimental diets with equal amounts of protein and different levels of fat (10% fat as the low level and 20% as high) were formulated. The fish was fed three times a day manually to satiation during the 8-week experiment. Fish fed with diets containing 20% fat showed higher weight gain and specific growth rate ($P<0.05$), but FCR showed no significant difference between the two treatments. Analysis of fish body chemical composition showed no significant difference between treatments in fat, protein and ash composition ($P>0.05$). In general, increased levels of fat in the diet of juvenile rainbow trout showed positive effects on growth indices when compared to the low-fat treated fish.

Keywords: Rainbow trout, Growth, Fat, Carcass chemical composition

*Corresponding author: msattari@guilan.ac.ir